

y

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(11)Publication number : **06-073515**(43)Date of publication of application : **15.03.1994**

(51)Int. Cl.

C22F 1/08**C22C 9/00****H01L 23/48**(21)Application number : **03-103717**(71)Applicant : **NATL RES INST FOR METALS**(22)Date of filing : **14.03.1991**(72)Inventor : **SAKAI YOSHIKAZU****INOUE TADASHI****MAEDA HIROSHI****(54) PRODUCTION OF HIGH STRENGTH AND HIGH CONDUCTIVITY COPPER ALLOY**

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily produce a high strength and high conductivity copper alloy by casting Cu with which specific amounts of Ag are blended, performing rapid cooling, and then carrying out cold working while applying specific multiplex heat treatment in vacuum or in an inert gas atmosphere.

CONSTITUTION: Ag is blended with Cu by 4-32atomic% and the resulting mixture is refined in vacuum or in an inert gas atmosphere, cast, and cooled rapidly, by which primary-crystal Cu and an eutectic phase of Cu and Ag are crystallized finely and uniformly. Subsequently, the resulting alloy is cold-worked to stretch the primary-crystal Cu and the eutectic phase into filament state. Moreover, cold working is done while applying, in the course of this working, multiplex heat treatment in vacuum or in an inert gas atmosphere under the conditions of 300-500°C and 0.5-40hr. By this heat treatment, Ag and Cu existing in the form of solid solution in the primary crystal and the eutectic phase are uniformly precipitated. By this method, the high purity Cu-Ag alloy having a characteristic of high conductivity can be obtained.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.03.1991

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2104108

[Date of registration] 06.11.1996

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture method of of the high intensity and the quantity conductivity copper alloy which it quenches, is subsequently in the middle of processing, and is characterized by cold-working giving a multiplex heat treatment in vacuum atmosphere or inert gas atmosphere on the temperature of 300-500 degrees C, and the conditions of 0.5 - 40 hours after blending 4-32at%Ag with Cu and casting it.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Industrial Application] This invention relates to the manufacture method of high intensity and a quantity conductivity copper alloy. the magnet it has a magnet, and high intensity and the property of high conductivity with difficult for this invention copper making it compatible in more detail -- it is related with the manufacture method of a useful new copper alloy at a conductor, IC leadframe, etc.

[Description of the Prior Art] It has high intensity conventionally and development of the material which is moreover also high conductivity was strongly demanded in the wide range field. When it, that is, the conductivity and intensity of the alloy generally used as an electrical conducting material are in a reverse inclination and intensity is raised, they are because conductivity is low and a bird clapper is not avoided. For this reason, Ag addition had to be extremely lessened with 0.5 - 1% just because it thought conductivity as important also in the case of the common Cu-Ag alloy as an electrical conducting material. Therefore, improvement in on the strength by processing was not able to be desired. As a means for canceling such a fault, it is used in many cases into a primary-phase Cu phase, with Ag or heat treatment not performed which aimed at the deposit although it was possible to dissolve Cu and Ag in a eutectic phase. For this reason, high intensity and the property of high conductivity can still be easily incompatible. However, even if it passes a high current to conductor material, such as a long pulse magnet which generates a strong magnetic field, and a water-cooled copper magnet, and reinforcement and stabilizing material of a superconductivity wire rod further, the property of high conductivity with little generation of heat is required of them as the intensity which can resist the strong electromagnetic force generated by the strong magnetic field, and the need is increasing to them further in recent years. moreover, also in the field of electronic industry, about the leadframe of IC circuit, since it corresponds to a rapid electronics innovation, the appearance which is the electrical conducting material which is high conductivity as much as possible, and is also high intensity is demanded strongly. However, the actual condition is that material which is compatible and may fulfill these properties is not yet realized. this invention offers the new charge of an alloy which cancels the fault of the conventional technology as above, is high intensity and moreover also has the property of high conductivity, and its manufacture method -- it aims at things This invention aims still more detailed at offering the manufacturing method of the completely new Cu-Ag alloy of high intensity and quantity conductivity which is not in the former.

[Means for Solving the Problem] The manufacture method of of the high intensity and the quantity conductivity copper alloy characterized by performing cold working, quenching it and giving a multiplex heat treatment subsequently after this invention blends 4-32at%Ag with Cu and casts it as what solves the above-mentioned technical problem is offered. That is, by adding 4-32at%Ag to Cu, a primary phase Cu and the eutectic phase of Cu and Ag are made to crystallize uniformly and minutely, and it quenches after casting, and it is performing cold working subsequently, a primary phase Cu and a eutectic phase are extended in the shape of a filament, and this invention is completed based on new knowledge that the intensity of an Cu-Ag alloy rises remarkably. And this invention is giving a multiplex heat treatment in the middle of processing, deposits Ag and Cu which are dissolving in a primary phase and a eutectic phase, and makes it possible to also raise conductivity with intensity. In the copper alloy of this invention, the addition of Ag (silver) is limitation-like. By Ag addition not more than 4at%, crystallization of a eutectic phase becomes uneven to Cu, and it is economically [processing becomes difficult and] disadvantageous at more than 32at% conversely. For this reason, the addition of Ag is made into 4 - 32at%. Of course, even if the element of other type is recognizing impure amount-of-resources existence, there is no inconvenience in any way. Although it can manufacture by quenching after casting and performing cold working as described above, if homogenization or a solution treatment is performed, processing becomes very difficult by grain growth, and this Cu-Ag alloy will be in the middle of processing, and will produce a crack. Moreover, it is ineffective even if it heat-treats before processing. On the other hand, when performing heat treatment, especially a multiplex heat treatment in the middle of processing, remarkable improvement in intensity and conductivity is achieved. For this reason, in the manufacturing method of this invention, in the middle of cold working, it is 300-500 degrees C in temperature, and a multiplex heat treatment is carried out to the bottom of vacuum atmosphere or inert gas atmosphere under conditions of heat treatment time 0.5 - 40 hours. Hereafter, an example is shown and this invention is explained in more detail.

[Example] Ag set to Cu from various kinds of rates of the range of 1 - 32at% was added, and it quenched, after ingoting and casting in a vacuum or inert gas atmosphere. Subsequently, the grooved roll between the colds and swaging performed wire drawing after surface grinding. In 40% of rates of rolling, and 70%, heat treatment of 1 - 5 hours was performed in the middle of processing at 400-500 degrees C. Wire drawing was succeedingly performed after heat treatment, and the tension test in a room temperature was performed in the predetermined path, and conductivity was also measured. Drawing 1 of the appended drawing shows the change of intensity and conductivity to Ag addition at the time of processing it to 99.4% of rates of rolling. Tensile

strength increases as Ag addition increases. On the other hand, the rate is small although conductivity decreases conversely. Moreover, drawing 2 shows the change of a degree of hardness to the rate of rolling of a Cu-12at%Ag alloy. The curve in drawing [I] shows what performed 450 degrees C and heat treatment of 1 hour for non-heat-treating material before processing again. The curve [II] shows that to which the curve [III] performed 450 ** and heat treatment of 1 hour for what performed 450 degrees C and heat treatment of 1 hour at 40% of rates of rolling in the middle of processing in 40% of rates of rolling, and 70%. As compared with non-heat-treating material and the thing which heat-treated before processing, although heat-treated in the middle of processing, it turns out that a degree of hardness is high. Drawing 3 shows the effect of heat treatment exerted on various intensity and conductivity of an alloy of Ag concentration. That to which ** mark in drawing heat-treated before non-heat-treating material and processing, the thing which heat-treated - mark at 40% of rates of rolling in the middle of processing, and O mark show what was heat-treated at 40% of rates of rolling, and 70% in the middle of processing. The method of this invention that heat-treats in the middle of processing shows that the intensity and the conductivity of an alloy improve greatly. Moreover, it also turns out that a wide range property can be acquired with Ag concentration of an alloy, and the combination of a thermomechanical treatment. Table 1 shows an actual measurement further again about the effect of heat treatment exerted on the intensity and the conductivity of a Cu-16at%Ag alloy. By changing heat treatment conditions by this shows that intensity and conductivity change sharply. It is checked by the method of this invention that the copper alloy of high intensity and quantity conductivity is obtained so that clearly from many above results. If it observes about an organization, it will be checked by cold drawing processing that a primary phase and a eutectic phase are extended in the shape of a filament.

[Table 1]

熱 処 理 条 件	耐力 σ_b (kg/mm ²)	引張強さ σ_{UTS} (kg/mm ²)	導電率 IACS%
非 熱 処 理	71.6	74.7	72.6
600°C. 1時間・400°C. 1時間	80.6	85.1	84.8
400°C. 1時間・420°C. 1時間	87.1	89	80.3
450°C. 1時間・400°C. 1時間	93.8	99	78.4

[Effect of the Invention] As explained in detail above, the Cu-Ag alloy which reconciled the two properties of intensity and conductivity and raised them by this invention is realized. This alloy can be used for the conductor material which needs the high intensity and the quantity conductivity properties of having aimed at generating of a strong magnetic field, such as a long pulse magnet and a water-cooled copper magnet, and can generate a strong magnetic field with moreover more few power. Moreover, since intensity is high when using as reinforcement and stabilizing material of a superconductivity wire rod, there is an advantage which can lessen reinforcing materials. Also in an electronic industrial field, it is still more nearly usable as a material for leadframes of IC circuit taking advantage of an above-mentioned property. Moreover, since a wide range property can be acquired with the combination of a thermomechanical treatment, the intensity and the conductivity which were applied to the use can be chosen. The dissolution and processing are still easier, and it is easy to enlarge, and also has the advantage that the conventional manufacturing facility and application of a manufacturing technology are possible.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

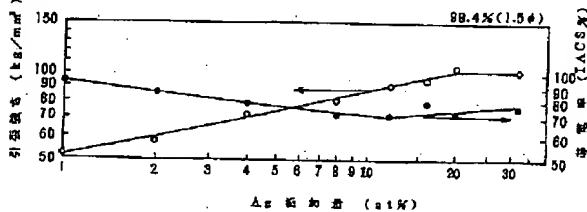
[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the correlation diagram having shown change of the intensity and the conductivity to Ag addition in the alloy of this invention.

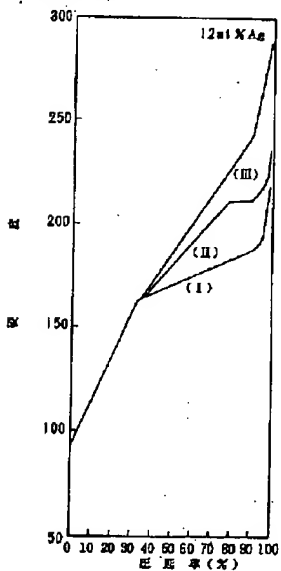
[Drawing 2] It is the correlation diagram having shown the change of a degree of hardness to the rate of rolling.

[Drawing 3] It is the correlation diagram having shown the effect of heat treatment exerted on various intensity and conductivity of an alloy of Ag concentration.

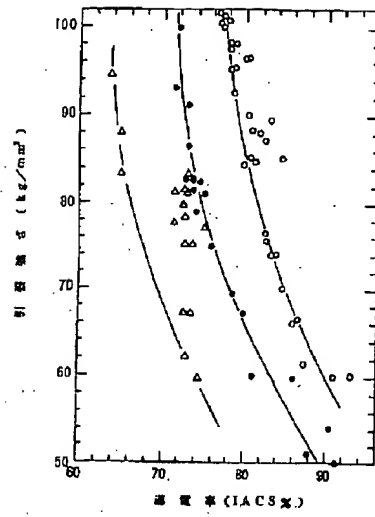
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06073515 A**

(43) Date of publication of application: **15 . 03 . 94**

(51) Int. Cl

C22F 1/08
C22C 9/00
H01L 23/48

(21) Application number: **03103717**

(22) Date of filing: **14 . 03 . 91**

(62) Division of application: **02209239**

(71) Applicant: **NATL RES INST FOR METALS**

(72) Inventor: **SAKAI YOSHIKAZU**
INOUE TADASHI
MAEDA HIROSHI

(54) PRODUCTION OF HIGH STRENGTH AND HIGH CONDUCTIVITY COPPER ALLOY

(57) Abstract:

PURPOSE: To easily produce a high strength and high conductivity copper alloy by casting Cu with which specific amounts of Ag are blended, performing rapid cooling, and then carrying out cold working while applying specific multiplex heat treatment in vacuum or in an inert gas atmosphere.

CONSTITUTION: Ag is blended with Cu by 4-32atomic% and the resulting mixture is refined in vacuum or in an inert gas atmosphere, cast, and cooled rapidly, by which primary-crystal Cu and an eutectic phase of Cu and Ag

are crystallized finely and uniformly. Subsequently, the resulting alloy is cold-worked to stretch the primary-crystal Cu and the eutectic phase into filament state. Moreover, cold working is done while applying, in the course of this working, multiplex heat treatment in vacuum or in an inert gas atmosphere under the conditions of 300-500°C and 0.5-40hr. By this heat treatment, Ag and Cu existing in the form of solid solution in the primary crystal and the eutectic phase are uniformly precipitated. By this method, the high purity Cu-Ag alloy having a characteristic of high conductivity can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-73515

(43)公開日 平成6年(1994)3月15日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 F 1/08	B			
C 2 2 C 9/00				
H 0 1 L 23/48	V			

審査請求 有 請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平3-103717
(62)分割の表示 特願平2-209239の分割
(22)出願日 平成2年(1990)8月9日

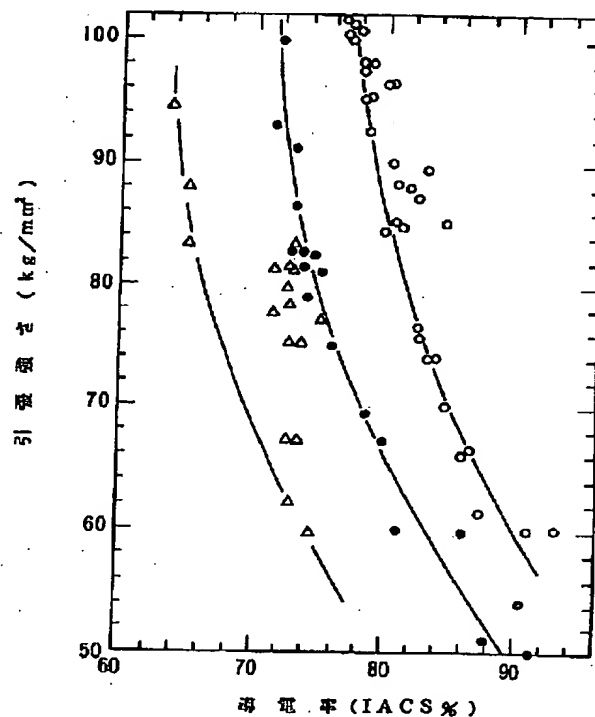
(71)出願人 390002901
科学技術庁金属材料技術研究所長
東京都目黒区中目黒2丁目3番12号
(72)発明者 坂井 義和
茨城県つくば市千現1丁目2番1号 科学
技術庁金属材料技術研究所筑波支所内
(72)発明者 井上 廉
茨城県つくば市千現1丁目2番1号 科学
技術庁金属材料技術研究所筑波支所内
(72)発明者 前田 弘
茨城県つくば市千現1丁目2番1号 科学
技術庁金属材料技術研究所筑波支所内

(54)【発明の名称】 高強度・高導電性銅合金の製造方法

(57)【要約】

【構成】 4～32at%AgをCuに配合して鋳込んだ後に、急冷し、次いで加工途中で、真空雰囲気または不活性ガス雰囲気中で温度300～500℃、0.5～40時間の条件で多段熱処理を施しつつ冷間加工する。

【効果】 強磁界マグネット導体等として有用な、高強度、高導電性銅合金が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 4～32at%AgをCuに配合して鋳込んだ後に、急冷し、次いで加工途中で、真空雰囲気または不活性ガス雰囲気中で温度300～500℃、0.5～40時間の条件で多段熱処理を施しつつ冷間加工することを特徴とする高強度・高導電性銅合金の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】この発明は、高強度・高導電性銅合金の製造方法に関するものである。さらに詳しくは、この発明は、両立させることの難しい、高強度と高導電性の特性を併せ持つ、マグネット導体、ICリードフレーム等に有用な新しい銅合金の製造方法に関するものである。

【従来の技術とその課題】従来より高強度を有し、しかも高導電性でもある材料の開発が広範囲な分野において強く要望されていた。それというのも、一般的に導電材料として用いられる合金の導電率と強度とは逆の傾向にあり、強度を上げると導電率が低くなることが避けられないためである。このため、導電材料として一般的なCu-Ag合金の場合にも、導電率を重視するあまりAg添加量を0.5～1%と極めて少なくせざるを得なかった。そのために加工による強度向上が望めないでいた。このような欠点を解消するための手段として、初晶Cu相中にAgを、あるいは共晶相中にCuとAgを固溶することが考えられるが、析出をねらった熱処理を施さないうまま使用されることが多い。このため、高強度と高導電性の特性は依然として両立しがたいものとなっている。しかしながら、強磁界を発生するロングパルスマグネットや水冷銅マグネット等の導体材料、及び超電導線材の補強・安定化材料には、強磁界により発生する強い電磁力に抗しうる強度と、さらに大電流を流しても発熱の少ない高導電率の特性とが要求され、その必要性は近年さらに高まっている。また、電子産業の分野においても、IC回路のリードフレーム等については、急速なエレクトロニクス革新に対応するため、できるだけ高導電性で、かつ高強度でもある導電材料の出現が強く要望されている。しかしながら、これらの特性を両立して満たしうる材料はいまだに実現されていないのが実情である。この発明は、以上の通りの従来技術の欠点を解消し、高強度であって、しかも高導電性の特性をも有する新しい合金材料とその製造方法を提供することを目的としている。さらに詳しくは、この発明は、従来にはない、全く新しい高強度・高導電性のCu-Ag合金の製造法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】この発明は、上記の課題を解決するものとして、4～32at%AgをCuに配合して鋳込んだ後に、急冷し、次いで多段熱処理を施しつつ冷間加工を行うことを特徴とする高強度・高導電性銅合金の製造方法を提供する。すなわち、この発明は、Cuに4～32at%Agを添加することにより初晶Cu

と、CuとAgの共晶相を均一、かつ微細に晶出させ、鋳込み後に急冷し、次いで冷間加工を行うことで、初晶Cuと共晶相がフィラメント状に引き伸ばされて、Cu-Ag合金の強度が著しく上昇するとの新しい知見に基づいて完成されたものである。しかも、この発明は、加工途中において多段熱処理を施すことで、初晶および共晶相中に固溶しているAgおよびCuを析出させ、強度とともに導電率をも向上させることを可能としている。この発明の銅合金においては、Ag（銀）の添加量は限定的である。Cuに対して4at%以下のAg添加では共晶相の晶出が不均一となり、逆に32at%以上では、加工が難しくなり、かつ、経済的にも不利である。このため、Agの添加量は4～32at%とする。もちろん、他種の元素が不純物量存在していても何らさしつかえはない。このCu-Ag合金は、上記した通り、鋳込み後に急冷し、冷間加工を行うことによって製造することができるが、均質化処理あるいは固溶化処理を行うと、粒の成長により加工が非常に難しくなり、加工途中で割れを生じる。また、加工前に熱処理を施しても効果はない。一方、加工途中において熱処理、特に多段熱処理を行う場合には強度および導電率の著しい向上が図られる。このため、この発明の製造法においては、冷間加工の途中において、真空雰囲気もしくは不活性ガス雰囲気下で、300～500℃の温度で、熱処理時間0.5～40時間の条件下で多段熱処理する。以下、実施例を示し、さらに詳しくこの発明について説明する。

【実施例】Cuに1～32at%の範囲の各種の割合からなるAgを添加し、真空または不活性ガス雰囲気中で溶製し、鋳込んだ後に急冷した。次いで表面研削後、冷間みぞロールおよびスエーピングにより伸線加工を行った。加工途中に、圧延率40%および70%において、400～500℃で1～5時間の熱処理を施した。熱処理後引き続き伸線加工を行い、所定の径において室温での引張試験を行い、また導電率をも測定した。添付した図面の図1は、圧延率99.4%まで加工した場合のAg添加量に対する強度と導電率の変化を示したものである。Ag添加量が増加するに従って、引張強さが増大する。一方、導電率は逆に減少するが、その割合は小さい。また図2はCu-12at%Ag合金の圧延率に対する硬度の変化を示したものである。図中の曲線[I]は非熱処理材を、また加工前に450℃、1時間の熱処理を行ったものを示している。曲線[II]は加工途中に圧延率40%で450℃、1時間の熱処理を行ったものを、曲線[III]は圧延率40%および70%において450℃、1時間の熱処理を行ったものを示している。非熱処理材、および加工前に熱処理を行ったものと比較して、加工途中に熱処理を行ったものの硬度が高いことがわかる。図3は、種々のAg濃度の合金の強度と導電率に及ぼす熱処理の効果を示したものである。図中△印は非熱処理材、および加工前に熱処理を行ったもの、印は加工途中に

圧延率40%で熱処理したもの、○印は加工途中に圧延率40%および70%で熱処理したものについて示している。加工途中に熱処理を施すこの発明の方法によって、合金の強度および導電率が大きく向上することがわかる。また、合金のAg濃度および加工熱処理の組合せにより広範囲の特性を得られることもわかる。さらにまた、表1は、Cu-16at%Ag合金の強度と導電率に及ぼす熱処理の効果について実測値を示したものである*

熱 処 理 条 件	耐力 $\sigma 0.2 \text{ kg/mm}^2$	引張強さ $\sigma \text{ TSKg/mm}^2$	導電率 $1/\text{ACS}\%$
非 熱 処 理	71.6	74.7	72.6
500°C, 1時間・400°C, 1時間	80.6	85.1	84.8
400°C, 1時間・420°C, 1時間	87.1	90	80.3
450°C, 1時間・400°C, 1時間	93.8	99	78.4

【発明の効果】以上詳しく説明したように、この発明によって強度と導電率との二つの特性を両立させて向上させたCu-Ag合金が実現される。この合金は、強磁界の発生をめざしたロングパルスマグネット、水冷銅マグネット等の高強度・高導電率特性を必要とする導体材料に使用でき、しかも、より少ない電力で強磁界を発生できる。また超電導線材の補強・安定化材料として用いる場合には、強度が高いので補強材を少なくできる利点がある。さらに電子産業分野においても上述の特性を生かしてIC回路のリードフレーム用素材として使用可能である。また、加工熱処理の組合せにより広範囲の特性を得ることができるので、その用途に適用した強度並びに※30

る。これにより熱処理条件を変化させることにより大巾に強度および導電率が変化することがわかる。以上の諸結果から明らかなように、この発明の方法によって、高強度・高導電性の銅合金が得られることが確認される。組織について観察すると、冷間伸線加工によって、初晶および共晶相がフィラメント状に引きのばされていくことが確認される。

【表1】

※導電率を選択できる。さらに溶解・加工が容易で大型化しやすく、従来の製造設備および製造技術の適用が可能であるという利点も有している。

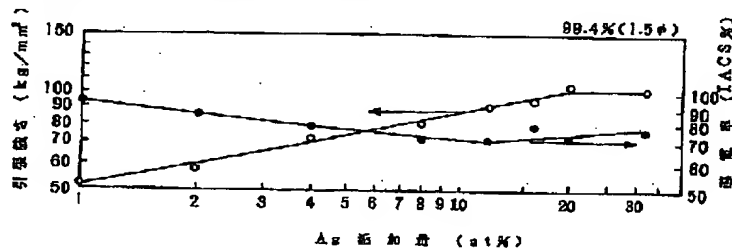
【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の合金におけるAg添加量に対する強度および導電率の変化を示した相関図である。

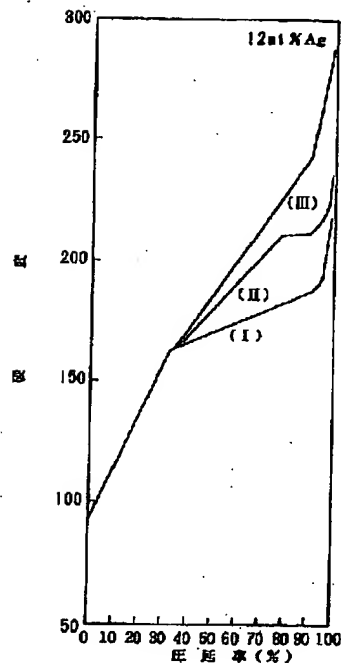
【図2】圧延率に対する硬度の変化を示した相関図である。

【図3】種々のAg濃度の合金の強度と導電率に及ぼす熱処理の効果を示した相関図である。

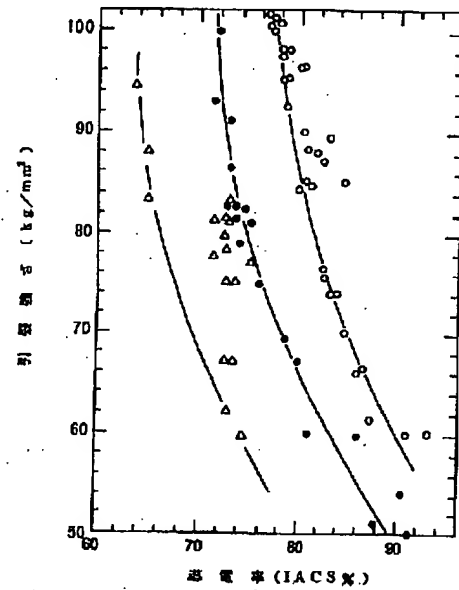
【図1】



【図2】



【図3】



【手続補正書】

【提出日】平成5年11月12日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

* 【図1】 この発明の合金におけるAg添加量に対する強度および導電率の変化を示した相関図である。

【図2】 圧延率に対する硬度の変化を示した相関図である。

【図3】 種々のAg濃度の合金の強度と導電率に及ぼす熱処理の効果を示した相関図である。

*

【手続補正書】

【提出日】平成5年11月12日

【手続補正1】

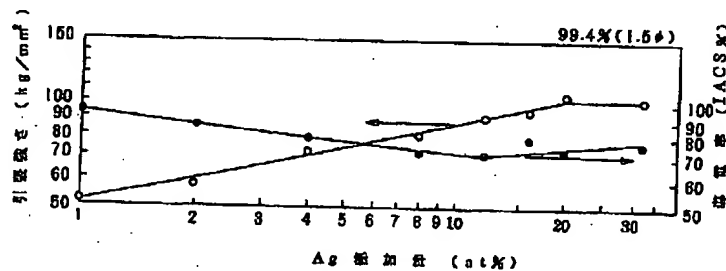
【補正対象書類名】図面

※ 【補正対象項目名】全図

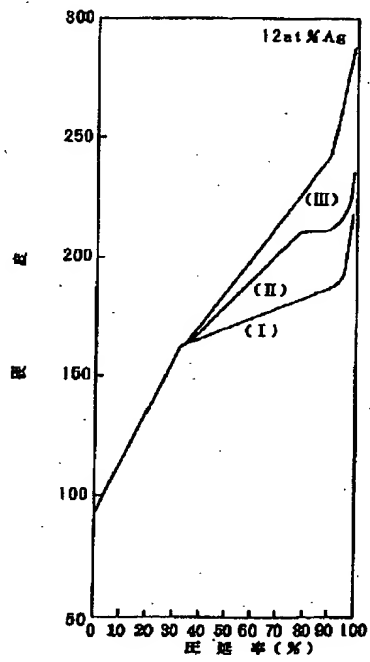
【補正方法】変更

※ 【補正内容】

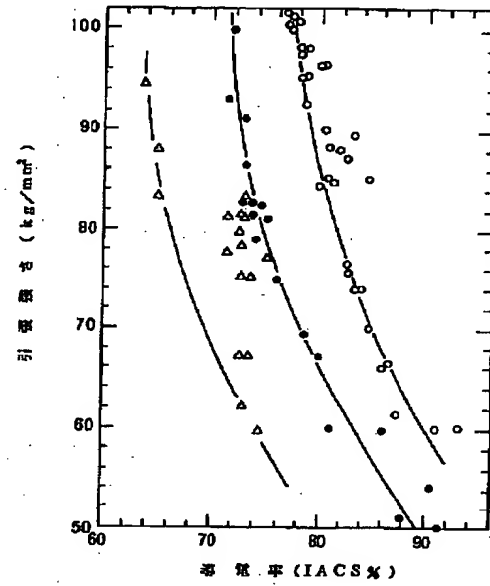
【図1】



【図2】



【図3】



c) ジルコニウム銅

ジルコニウムを0.05~0.2%添加したもので、析出強化型の合金である。時効処理をほどこすことにより、高い導電性を示し軟化温度も約500℃と導電材料としては最も高い。

図10、図11にジルコニウム銅の引張強さと導電率に及ぼす時効温度の影響を示す¹³⁾。極微量の添加で純銅の導電性をあまり犠牲にせずに強度、耐熱性を改善することができる。製造上は高純度の無酸素銅にジルコニウムを添加するのがよい¹⁴⁾¹⁵⁾。また、その他の析出強化型の銅合金としてクロム銅が知られている。これはジルコニウム銅より高い強度が得られるが、導電率はやや低下する。

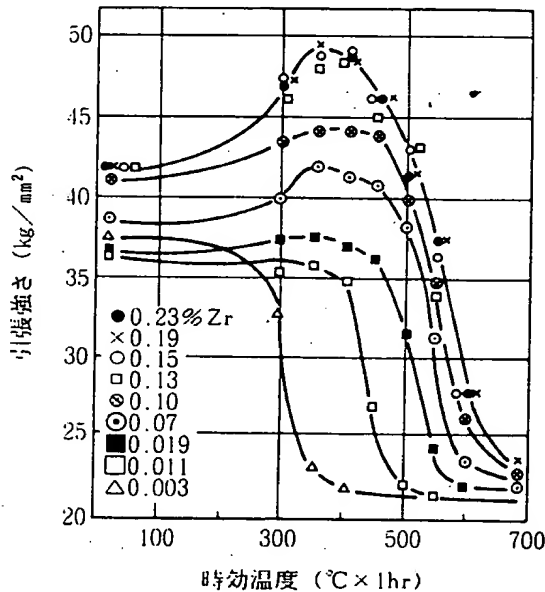


図10 Cu-Zr合金の引張強さに及ぼす時効温度の影響¹³⁾

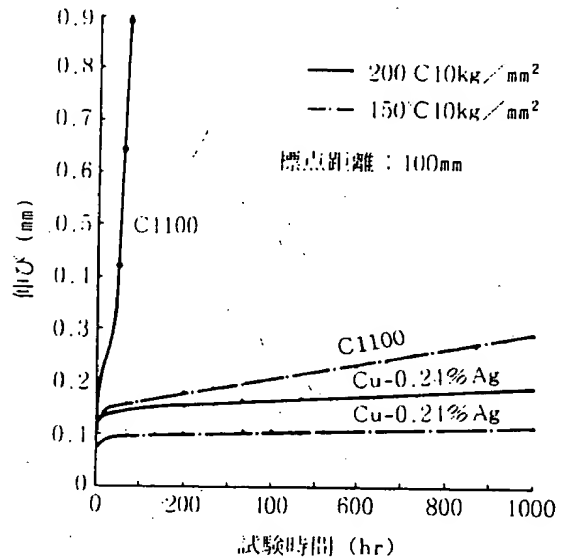


図9 C1100とCu-0.24% Ag合金のクリープ曲線¹¹⁾

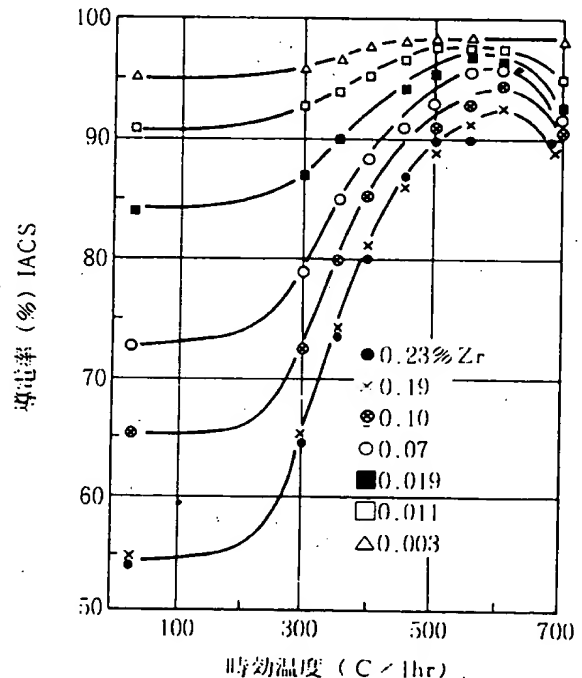


図11 Cu-Zr合金の導電率に及ぼす時効温度の影響¹³⁾

d) 錫入り銅

錫を0.1~0.15%程度添加すると、導電率が約90%IACSまで低下するが、耐熱性を向上させることができる。さらに0.3%程度添加すると、導電率は70~80%IACSまで低下するが、高強度化し耐摩耗性も向上する。

図12に純銅に錫を添加したときの軟化特性の変化を示す¹⁶⁾。

銅および銅合金の基礎と工業技術 (改訂版)

定価 10,000円

昭和63年5月25日 第1版第1刷発行

平成6年10月31日 改訂版第1刷発行

発行所 日本伸銅協会

「銅および銅合金の基礎と工業技術(改訂版)」

編集委員会

発行所 日本伸銅協会

〒104 東京都中央区築地1-12-22 (エソカビル)

電話 東京 (03)3542-6551(代表)

FAX (03)3542-6556

印刷所 館コタマビジネスフォーム印刷株式会社

〒455 名古屋市港区高木町2丁目34番地

電話 名古屋 (052)382-9777(代表)

(無断転載も断り) FAX (052)384-0640

凡丁、落丁のものは上記印刷所にてお取替えいたします。 1994年©

ISBN 177